

TITLE OF THE INVENTION  
LIQUID CRYSTAL DISPLAY APPARATUS

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This application is based upon and claims the benefit of priority from the prior Japanese Patent Application No. 2003-004180, filed January 10, 2003, the entire contents of which are incorporated herein by reference.

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

この発明は、液晶表示装置に係り、特に、画素毎に液晶層を挟持するためのギャップが異なるマルチギャップ構造を有した液晶表示装置に関する。

2. Description of the Related Art

現在、一般的に用いられている液晶表示装置は、電極を有する２枚のガラス基板の間に液晶層を挟持して構成されている。液晶層を挟持するための基板間のギャップは、プラスチックビーズなどのスペーサによって保持されている。

カラー表示用の液晶表示装置は、一方の基板の画素毎に赤、緑（G）、青（B）にそれぞれ着色されたカラーフィルタ層を備えている。すなわち、赤色画素は赤色カラーフィルタ層を備えている。緑色画素は緑色カラーフィルタ層を備えている。青色画素は青色カラーフィルタ層を備えている。

ところで、液晶表示装置の視野角特性は、液晶層を挟持する基板間のギャップに大きく依存している。すなわち、基板間のギャップを $d$ 、液晶層を構成する液晶組成物の屈折率異方性を $\Delta n$ 、液晶層を透過する光の波長を $\lambda$ 、 $u = 2 \cdot d \cdot \Delta n / \lambda$ とすると、光の透過率 $T$ は、一般に、

$$T = \sin^2 \left[ \left( (1 + u^2)^{1/2} \cdot \pi / 2 \right) / (1 + u^2) \right]$$

なる式によって与えられる。つまり、液晶層を透過する透過光の透過率 $T$ が最大となる実効的な液晶層の厚さ（ $d \cdot \Delta n$ ）は、透過光の波長に依存して異なる。

このため、色画素毎に液晶層を挟持する基板間のギャップが異なるマルチギャップ構造を有する液晶表示装置が提案されている。このマルチギャップ構造では、カラーフィルタ層の膜厚がその色毎に異なる。例えば、特開平６－３４７８０２号公報によれば、プラスチック製の複数種類の球状または円柱状のスペーサを一方の基板上に散布する技術が開示されている。

しかしながら、従来提案されたマルチギャップ構造の液晶表示装置では、それぞれのギャップに合わせて直径の異なる複数種類のスペーサを用意する、あるいは、密度の異なる複数種類のスペーサを用意する必要がある。また、製造工程において、それぞれのギャップに適合した複数種類のスペーサを同一工程にて同時に散布することが困難であり、工程数が増えてしまう。このように、複数種類のスペーサを用意したり、製造工程数が増えたりすることにより、製造コストが増大し、製造歩留まりが低下するといった問題がある。

また、仮に液晶組成物にスペーサを分散させてスペーサの散布を液晶注入と同時に行うことで工程数を削減できたとしても、1画素あたりに散布されるスペーサの密度を厳密に制御することができない。このため、スペーサが一部に凝集してしまうこと（例えば球状体のスペーサが液晶層の厚さ方向に重なるなど）によって、所望のギャップが得られずに、表示不良を招くおそれがある。また、球状または円柱状のスペーサの周囲では、液晶組成物の配向不良を招くおそれがあり、表示不良の原因となる。

#### BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

この発明は、上述した問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、安価で製造歩留まりが高く、しかも表示品位の優れた液晶表示装置を提供することにある。

この発明の様態による液晶表示装置は、

第1基板と第2基板との間に液晶層を挟持して構成された液晶表示装置において、画像を表示する表示領域にマトリクス状に配置された複数の画素を有し、

前記複数の画素は、前記第1基板と前記第2基板との間に前記液晶層を挟持するための第1ギャップを有する第1画素と、前記第1ギャップより小さい第2ギャップを有する第2画素と、を含み、

前記第1画素には配置されず前記第2画素に配置された前記第2ギャップを形成するための柱状スペーサと、

を有することを特徴とする。

Additional objects and advantages of the invention will be set forth in the description which follows, and in part will be obvious from the description, or may be learned by practice of the invention. The objects and advantages of the invention may be realized and obtained by means of the instrumentalities and combinations particularly pointed out hereinafter.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE SEVERAL VIEWS OF THE DRAWING

図 1 は、この発明の液晶表示装置に適用される液晶表示パネルの構造を概略的に示す図である。

図 2 は、図 1 に示した液晶表示パネルの構成を概略的に示す回路ブロック図である。

図 3 は、この発明の一実施の形態に係る液晶表示装置の構造を概略的に示す断面図である。

図 4 は、図 3 に示した液晶表示装置を構成するアレイ基板の構造を概略的に示す断面図である。

図 5 は、黒色樹脂の膜厚に対する現像工程におけるプロセスマージンを説明するための図である。

図 6 A は、この実施の形態で形成される柱状スペーサの形状を示す図である。

図 6 B は、比較例で形成される柱状スペーサの形状を示す図である。

図 6 C は、比較例で形成される柱状スペーサの形状を示す図である。

図 7 は、この発明の他の実施の形態に係る液晶表示装置の構造を概略的に示す断面図である。

図 8 は、この発明の他の実施の形態に係る液晶表示装置の構造を概略的に示す断面図である。

図 9 は、この発明の他の実施の形態に係る液晶表示装置の構造を概略的に示す断面図である。

The accompanying drawings, which are incorporated in and constitute a part of the specification, illustrate embodiments of the invention, and together with the general description given above and the detailed description of the embodiments given below, serve to explain the principles of the invention.

## DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

以下、この発明の一実施の形態に係る液晶表示装置について図面を参照して説明する。

図 1 及び図 2 に示すように、この実施の形態に係る液晶表示装置、例えばアクティブマトリクス型液晶表示装置は、液晶表示パネル 10 を備えている。この液晶表示パネル 10 は、アレイ基板 100 と、このアレイ基板 100 に対向配置された対向基板 200 と、アレイ基板 100 と対向基板 200 との間に挟持された液晶層 300 とを備えている。これ

らアレイ基板 100 と対向基板 200 とは、液晶層 300 を挟持するための所定のギャップを形成しつつシール材 106 によって貼り合わせられている。液晶層 300 は、アレイ基板 100 と対向基板 200 との間のギャップに封入された液晶組成物によって構成されている。

このような液晶表示パネル 10 において、画像を表示する表示領域 102 は、マトリクス状に配置された複数の画素 PX によって構成されている。表示領域 102 の周縁は、額縁状に形成された遮光層 SP によって遮光されている。

表示領域 102 において、アレイ基板 100 は、図 2 に示すように、 $m \times n$  個の画素電極 151、 $m$  本の走査線  $Y_1 \sim Y_m$ 、 $n$  本の信号線  $X_1 \sim X_n$ 、 $m \times n$  個のスイッチング素子 121 を有している。一方、表示領域 102 において、対向基板 200 は、対向電極 204 を備えている。

画素電極 151 は、表示領域 102 においてマトリクス状に配置されている。走査線 Y は、これら画素電極 151 の行方向に沿って配列されている。信号線 X は、これら画素電極 151 の列方向に沿って配列されている。スイッチング素子 121 は、ポリシリコン半導体層を有する薄膜トランジスタすなわち画素 TFT によって構成されている。このスイッチング素子 121 は、複数の画素 PX にそれぞれ対応して走査線 Y 及び信号線 X の交差点近傍に配置されている。対向電極 204 は、すべての画素 PX に対して共通に配置されており、液晶層 300 を介して  $m \times n$  個の画素電極 151 すべてに対向する。

表示領域 102 周辺の周辺領域 104 において、アレイ基板 100 は、走査線  $Y_1 \sim Y_m$  を駆動する駆動 TFT を含む走査線駆動回路 18、信号線  $X_1 \sim X_n$  を駆動する駆動 TFT を含む信号線駆動回路 19 などを有している。これら走査線駆動回路 18 及び信号線駆動回路 19 に含まれる駆動 TFT は、ポリシリコン半導体層を有する  $n$  チャネル型薄膜トランジスタ及び  $p$  チャネル型薄膜トランジスタによって構成されている。

図 1 及び図 2 に示した液晶表示パネル 10 は、例えばアレイ基板 100 側から対向基板 200 側に向けて選択的に光を透過する透過型である。このため、液晶表示装置は、図 3 に示すように、透過型の液晶表示パネル 10 と、この液晶表示パネル 10 を背面側（アレイ基板 100 の外面側）から照明するバックライトユニット 400 と、を備えている。

図 3 に示した液晶表示装置の表示領域 102 において、アレイ基板 100 は、ガラス基板などの透明な絶縁性基板 11 上に、画素 PX 毎に配置された画素 TFT 121、各画素 TFT 121 を覆うように形成されたカラーフィルタ層 24（R、G、B）、カラーフィ

ルタ層 2 4 上に画素 P X 毎に配置された画素電極 1 5 1、カラーフィルタ層 2 4 上に形成された柱状スペーサ 3 1、複数の画素電極 1 5 1 全体を覆うように形成された配向膜 1 3 Aなどを備えている。また、アレイ基板 1 0 0 は、周辺領域 1 0 4 において、表示領域 1 0 2 の外周を取り囲むように配置された遮光層 S P を備えている。

赤色画素 P X R は赤色カラーフィルタ層 2 4 R を備えている。緑色画素 P X G は緑色カラーフィルタ層 2 4 G を備えている。青色画素 P X B は青色カラーフィルタ層 2 4 B を備えている。

これらのカラーフィルタ層 2 4 (R、G、B) は、赤色 (R)、緑色 (G)、及び、青色 (B) にそれぞれ着色された着色樹脂層によって構成されている。これらのカラーフィルタ層 2 4 (R、G、B) は、それぞれ主に赤色、緑色、及び、青色の各色成分の光をそれぞれ透過する。

画素電極 1 5 1 は、ITO (インジウム・ティン・オキシド) 等の光透過性導電部材によって形成されている。各画素電極 1 5 1 は、各カラーフィルタ層 2 4 (R、G、B) を貫通するスルーホール 2 6 を介して対応する画素 TFT 1 2 1 にそれぞれ接続されている。

各画素 TFT 1 2 1 は、図 4 に、より詳細な構造を示すように、ポリシリコン膜によって形成された半導体層 1 1 2 を有している。この半導体層 1 1 2 は、絶縁性基板 1 1 上に配置されたアンダーコーティング層 6 0 上に配置され、チャネル領域 1 1 2 C の両側にそれぞれ不純物をドーピングすることによって形成されたドレイン領域 1 1 2 D 及びソース領域 1 1 2 S を有している。

画素 TFT 1 2 1 のゲート電極 6 3 は、走査線 Y と一体に形成され、ゲート絶縁膜 6 2 を介して半導体層 1 1 2 に対向して配置されている。ドレイン電極 8 8 は、信号線 X と一体に形成され、ゲート絶縁膜 6 2 及び層間絶縁膜 7 6 を貫通するコンタクトホール 7 7 を介して半導体層 1 1 2 のドレイン領域 1 1 2 D に電氣的に接続されている。ソース電極 8 9 は、ゲート絶縁膜 6 2 及び層間絶縁膜 7 6 を貫通するコンタクトホール 7 8 を介して半導体層 1 1 2 のソース領域 1 1 2 S に電氣的に接続されている。また、ソース電極 8 9 は、カラーフィルタ層 2 4 (R、G、B) に形成されたスルーホール 2 6 を介して画素電極 1 5 1 に電氣的に接続されている。これにより、画素 TFT 1 2 1 は、走査線 Y 及び信号線 X に接続され、走査線 Y からの駆動電圧により導通し、信号線 X からの信号電圧を画素電極 1 5 1 に印加する。

画素電極 151 は、液晶容量 CL と電氣的に並列な補助容量 CS を形成する補助容量素子に電氣的に接続されている。すなわち、補助容量電極 61 は、不純物がドーパされたポリシリコン膜によって形成されている。この補助容量電極 61 は、半導体層 112 と同様に、アンダーコーティング層 60 上に配置されている。また、コンタクト電極 80 は、ゲート絶縁膜 62 及び層間絶縁膜 76 を貫通するコンタクトホール 79 を介して補助容量電極 61 に電氣的に接続されている。画素電極 151 は、カラーフィルタ層 24 を貫通するコンタクトホール 81 を介してコンタクト電極 80 に電氣的に接続されている。これにより、画素 TFT 121 のソース電極 89、画素電極 30、及び補助容量電極 61 は、同電位となる。一方、補助容量線 52 は、その少なくとも一部がゲート絶縁膜 62 を介して補助容量電極 61 に対向配置され、所定電位に設定されている。

これら信号線 X、走査線 Y、及び補助容量線 52 等の配線部は、アルミニウムや、モリブデンタングステンなどの遮光性を有する低抵抗材料によって形成されている。この実施の形態では、互いに略平行に配置された走査線 Y 及び補助容量線 52 は、モリブデンタングステンによって形成されている。また、層間絶縁膜 76 を介して走査線 Y に対して略直交するように配置された信号線 X は、主にアルミニウムによって形成されている。また、信号線 X と一体のドレイン電極 88、ソース電極 89、及び、コンタクト電極 80 も、信号線と同様に主にアルミニウムによって形成されている。

一方、図 3 に示すように、遮光層 SP は、光の透過を遮るために遮光性を有する感光性樹脂材料、例えば黒色樹脂などの有色樹脂によって形成されている。柱状スペーサ 31 は、黒色樹脂などの有色樹脂によって形成されている。この柱状スペーサ 31 は、遮光性を有する配線部上に位置するよう青色カラーフィルタ層 24B 上に配置されている。配向膜 13A は、液晶層 300 に含まれる液晶分子を所定方向に配向する。

対向基板 200 は、ガラス基板などの透明な絶縁性基板 21 上に形成された対向電極 204、この対向電極 204 を覆う配向膜 13B などを有している。対向電極 204 は、ITO 等の光透過性導電部材によって形成されている。配向膜 13B は、液晶層 300 に含まれる液晶分子を所定方向に配向する。アレイ基板 100 の外面には、偏光板 PL1 が設けられている。対向基板 200 の外面には、偏光板 PL2 が設けられている。

このような液晶表示装置において、バックライトユニット 400 から出射された光は、液晶表示パネル 10 をアレイ基板 100 の外面側から照明する。偏光板 PL1 を通過して液晶表示パネル 10 の内部に入射した光は、液晶層 300 を通過する際に変調され、対向

基板 200 側の偏光板 PL 2 を選択的に透過する。これにより、液晶表示パネル 10 の表示領域 102 に画像が表示される。

ところで、上述した液晶表示パネル 10 は、色画素毎に液晶層 300 を挟持する基板間のギャップが異なるマルチギャップ構造を有している。すなわち、各画素 PX における基板間のギャップ（すなわちアレイ基板 100 の配向膜 13A と対向基板 200 の配向膜 13B とで挟持される液晶層 300 の厚さ  $d$  に対応する）は、各画素 PX に配置されたカラーフィルタ層 24（R、G、B）を透過する光の主波長に応じて決定される。つまり、液晶層 300 の屈折率異方性  $\Delta n$  を考慮した実効的な液晶層 300 の厚さ  $(d \cdot \Delta n)$  は、液晶層 300 を透過する透過光（各画素 PX に配置されたカラーフィルタ層 24（R、G、B）を透過する光の主波長）の透過率  $T$  が最大となるように設定される。

図 3 に示した実施の形態では、アレイ基板 100 と対向基板 200 とを互いに平行に配置した場合、赤色カラーフィルタ層 24R の膜厚が最も小さく、青色カラーフィルタ層 24B の膜厚が最も大きい。すなわち、

赤色カラーフィルタ層の膜厚 < 緑色カラーフィルタ層の膜厚 < 青色カラーフィルタ層の膜厚  
の関係が成り立っている。

これにより、表示領域 102 には、ギャップの異なる 2 種類以上の画素が形成される。つまり、赤色カラーフィルタ層 24R を有する赤色画素 PX R でのギャップが最も大きく、青色カラーフィルタ層 24B を有する青色画素 PX B でのギャップが最も小さいマルチギャップ構造が構成される。すなわち、

赤色画素のギャップ > 緑色画素のギャップ > 青色画素のギャップ  
の関係が成り立っている。柱状スペーサ 31 は、少なくとも最大ギャップの画素には配置されず、より好ましくは、最小ギャップの画素に配置されている。この実施の形態では、柱状スペーサ 31 は、青色画素 PX B における青色カラーフィルタ層 24B 上に配置されている。

すなわち、上述したようなマルチギャップ構造においては、柱状スペーサ 31 は、いずれか 1 色のカラーフィルタ層 24 上に配置することが望ましい。これは、以下の理由によるものである。カラーフィルタ層 24（R、G、B）の膜厚が色画素毎に異なるマルチギャップ構造においては、同一形状の柱状スペーサを配置した場合、いずれのカラーフィルタ層 24（R、G、B）上に配置された柱状スペーサも同一の高さとなる。この場合、柱

状スペーサは、最小ギャップを支持することはできるが、それより大きなギャップを支持することはできない。また、画素毎に異なるギャップに対応して、異なる高さの柱状スペーサを配置するためには、それぞれの柱状スペーサを別個に形成する必要がある。このため、同様の柱状スペーサ形成プロセスを複数回繰り返さなければならない。これにより、製造工程数が大幅に増加してしまい、製造コストの増加に繋がる。

そこで、柱状スペーサ 3 1 をいずれか 1 色のカラーフィルタ層 2 4 上に配置することが望ましい。これにより、マルチギャップ構造のギャップを確実に支持できるとともに、製造工程数の大幅な増加がなく、製造コストを低減することができる。さらに、遮光層 S P と柱状スペーサ 3 1 とを同時に形成することにより、さらに製造工程数を削減することが可能である。

しかしながら、遮光層 S P に適用するような有色樹脂、特に黒色の感光性樹脂を用いた場合、フォトリソグラフィプロセスにおける露光工程において、感光性樹脂の深部まで露光できないことがある。すなわち、光の照射によって架橋して不溶化するネガ型の感光性樹脂材料で柱状スペーサを形成した場合、深部まで光架橋反応が進行しない場合がある。この場合、深部が現像液に溶解し、結果として柱状スペーサが逆テーパ形状（柱状スペーサの先端側が深部側より太い形状）になりやすい。このような形状の柱状スペーサは、支持強度が弱いばかりでなく、多少の衝撃によって欠落しやすい。したがって、ギャップの均一性が損なわれ、表示不良を招くおそれがある。

この実施の形態では、マルチギャップ構造において、遮光層 S P と柱状スペーサ 3 1 とを同一工程にて同一材料によって形成することで、製造工程数を削減しつつ、柱状スペーサ 3 1 を、ギャップの比較的小さい画素、例えば最小ギャップの青色画素（青色カラーフィルタ層 2 4 B 上）P X B に配置することによって、逆テーパ形状の形成を抑制している。

以下に、この原理について黒色の感光性樹脂材料を用いたフォトリソグラフィプロセスを例に説明する。図 5 は、黒色樹脂材料のプロセスマージンを説明するための図であり、（a）は黒色樹脂材料の膜厚が比較的厚い場合に対応し、（b）は黒色樹脂材料の膜厚が比較的薄い場合に対応する。

すなわち、図 5 の（a）に示すように、膜厚の厚い黒色樹脂材料によって柱状スペーサを形成する場合、現像プロセスによって柱状スペーサ周辺の残渣が完全に消滅するまでの所要時間が長くなる。当然、この間に黒色樹脂の深部すなわち柱状スペーサの底部付近の



現像も進行し、逆テーパ形状になりやすい。このため、残渣が完全に消滅するまでの時間と、逆テーパ形状によって柱状スペーサとして十分な支持強度が得られなくなるまでの時間との間隔が短い。これは、現像工程におけるプロセスマージンが狭いことを意味する。

一方、図5の(b)に示すように、膜厚の薄い黒色樹脂材料によって柱状スペーサを形成する場合、現像プロセスによって柱状スペーサ周辺の残渣が完全に消滅するまでの所要時間が短くなる。このため、残渣が完全に消滅するまでの時間と、逆テーパ形状によって柱状スペーサとして十分な支持強度が得られなくなるまでの時間との間隔が長い。これは、現像工程におけるプロセスマージンが広いことを意味する。すなわち、逆テーパ形状の柱状スペーサが形成されにくくなるため、上述した逆テーパ形状の柱状スペーサに起因した課題を解決することができる。

また、黒色樹脂材料によって柱状スペーサを形成した場合、黒色樹脂材料の現像工程における溶解速度は毎秒0.1  $\mu\text{m}$ 程度が生産性の観点から望ましいことが見出された。黒色樹脂材料によって形成した柱状スペーサにおいては、高さが0.1  $\mu\text{m}$ 高くなると、柱状スペーサ周辺の残渣が完全に消滅するまでの時間が約1秒長くなるため、プロセスマージンが約1秒短縮することになる。

さらに、現像工程のプロセスマージンは、一般的なフォトリソグラフィプロセスの変動を考慮すると、10秒以上必要であることが確認された。このような観点に基づいて十分なプロセスマージンを確保できるように黒色樹脂材料、現像条件など、種々の条件を調整する。

このとき、遮光層SPは、柱状スペーサ31と同一工程により同一材料によって形成される。このため、柱状スペーサ31の高さと同等の膜厚となる。柱状スペーサ31の高さとして下限値が選択された場合であっても、それと同等の膜厚で形成された遮光層SPは、当然のことながら十分な遮光性を有する。

したがって、マルチギャップ構造においては、遮光層SPと同一材料からなる柱状スペーサ31は、比較的小さなギャップを有する画素に配置することが効果的であり、上述した実施の形態では、最小ギャップを有する青色画素PXBにおける青色カラーフィルタ層24B上に配置することがより望ましい。要するに、最も大きなギャップを有する画素に対応する高さを有する柱状スペーサを形成しようとしたとき、その柱状スペーサを形成する際のプロセスマージンが小さく、逆テーパ形状の柱状スペーサが形成されやすい。このため、最大ギャップを有する画素に柱状スペーサを配置しても、十分な支持強度が得られ

ないおそれがある。したがって、最大ギャップを有する画素には柱状スペーサを配置せず、比較的小さいギャップ望ましくは最小ギャップを有する画素に柱状スペーサを配置する。これにより、各画素において、液晶層 300 を透過する光の透過率 T が最大となるような所望のギャップを確実に形成することができる。なお、画素に柱状スペーサを配置する場合、「画素」とは、走査線、信号線、補助容量線などの各種配線で囲まれた部分に相当し、これら各種配線上も含むものとする。

上述したマルチギャップ構造について、さらに具体的に説明する。例えば、図 3 に示した構造において、赤色画素 PXR 及び青色画素 PXB に着目する。すなわち、表示領域 102 は、マトリクス状に配置されたギャップの異なる少なくとも 2 種類の画素を有している。赤色画素（第 1 画素）PXR は、液晶層 300 を挟持するための第 1 ギャップを有している。青色画素（第 2 画素）PXB は、第 1 ギャップより小さい第 2 ギャップを有している。柱状スペーサ 31 は、赤色画素 PXR には配置されず、青色画素 PXB に配置され、第 2 ギャップを形成する。

このような第 1 ギャップ及び第 2 ギャップは、それぞれの画素に配置されたカラーフィルタ層の膜厚によって制御可能である。すなわち、アレイ基板（第 1 基板）100 は、赤色画素（第 1 画素）PXR に対応して赤色カラーフィルタ層（第 1 カラーフィルタ層）24R を有するとともに、青色画素（第 2 画素）PXB に対応して青色カラーフィルタ層（第 2 カラーフィルタ層）24B を有している。赤色カラーフィルタ層 24R は、例えば 3.0  $\mu\text{m}$  の第 1 膜厚を有している。これに対して、青色カラーフィルタ層 24B は、第 1 膜厚より厚い第 2 膜厚を有し、例えば 4.0  $\mu\text{m}$  の膜厚を有している。

柱状スペーサ 31 は、比較的小さいギャップを有する画素として青色画素 PXB のカラーフィルタ層 24B 上に配置され、対向基板 200 に接触してアレイ基板 100 と対向基板 200 との間に液晶層 300 を挟持するためのギャップを形成する。この実施の形態では、柱状スペーサ 31 は、カラーフィルタ層 24（R、G、B）とともにアレイ基板 100 に一体的に形成されている。この柱状スペーサ 31 は、例えば約 5.0  $\mu\text{m}$  の高さを有している。これにより、青色画素 PXB においては、約 5.0  $\mu\text{m}$  の第 2 ギャップが形成される。また、赤色画素 PXR においては、約 6.0  $\mu\text{m}$  の第 1 ギャップが形成される。これによって、所望のマルチギャップが形成される。

次に、上述した液晶表示パネル 10 の製造方法について説明する。

アレイ基板 100 の製造工程では、まず、絶縁性基板 11 上にアンダーコーティング層

60を形成した後、画素TF T 1 2 1などのポリシリコン半導体層1 1 2及び補助容量電極61を形成する。続いて、ゲート絶縁膜62を形成した後、走査線Y、補助容量線52、及び、走査線Yと一体のゲート電極63などの各種配線を形成する。

続いて、ゲート電極63をマスクとして、ポリシリコン半導体層1 1 2に不純物を注入し、ドレイン領域1 1 2 D及びソース領域1 1 2 Sを形成した後、基板全体をアニールすることにより不純物を活性化する。続いて、層間絶縁膜76を形成した後、信号線Xを形成するとともに、信号線Xと一体に画素TF T 1 2 1のドレイン電極88、ソース電極89、及びコンタクト電極80を形成する。このとき、ドレイン電極88はコンタクトホール77を介してドレイン領域1 1 2 Dにコンタクトし、ソース電極89はコンタクトホール78を介してソース領域1 1 2 Sにコンタクトし、コンタクト電極80はコンタクトホール79を介して補助容量電極61にコンタクトする。

続いて、各色の画素に対応する色のカラーフィルタ層24（R、G、B）を形成する。すなわち、スピナーにより、赤色の顔料を分散させた紫外線硬化型アクリル樹脂レジスト膜CR-2000（富士フィルムオーリン（株）製）を基板全面に塗布する。そして、このレジスト膜を、赤色画素に対応したパターンを有するフォトマスクを用いて365nmの波長で100mJ/cm<sup>2</sup>の露光量で露光する。そして、このレジスト膜をKOHの1%水溶液で20秒間現像し、さらに水洗した後、焼成する。これにより、3.0μmの膜厚を有する赤色カラーフィルタ層24Rを形成する。

続いて、同様の工程を繰り返すことにより、緑色の顔料を分散させた紫外線硬化型アクリル樹脂レジスト膜CG-2000（富士フィルムオーリン（株）製）からなる3.4μmの膜厚を有する緑色カラーフィルタ層24G、及び、青色の顔料を分散させた紫外線硬化型アクリル樹脂レジスト膜CB-2000（富士フィルムオーリン（株）製）からなる4.0μmの膜厚を有する青色カラーフィルタ層24Bを形成する。これらのカラーフィルタ層24（R、G、B）の形成工程では、スルーホール26及びコンタクトホール81も同時に形成する。

続いて、画素電極151を形成した後、青色画素PXBに所望のギャップを形成するための柱状スペーサ31を形成すると同時に遮光層SPを形成する。すなわち、スピナーにより、例えば黒色顔料を20wt%添加した紫外線硬化型アクリル樹脂レジスト膜NN600（JSR（株）製）を基板全面に所定の膜厚で塗布する。そして、このレジスト膜を90℃で10分間乾燥した後、所定のパターンを有するフォトマスクを用いて365

nmの波長で、 $100\text{ mJ}/\text{cm}^2$ の露光量で露光する。そして、このレジスト膜をpH 11.5のアルカリ水溶液にて現像し、 $200^\circ\text{C}$ で60分間焼成する。

これにより、遮光層SPを形成するとともに、比較的膜厚の大きなカラーフィルタ層である青色カラーフィルタ層24B上に底面が $20\text{ }\mu\text{m}\times 20\text{ }\mu\text{m}$ の大きさを有するとともに約 $5.0\text{ }\mu\text{m}$ の高さを有する柱状スペーサ31を形成する。このときに形成された柱状スペーサ31を走査型電子顕微鏡にて確認したところ、図6Aに示すように、良好な順テーパ形状（柱状スペーサの先端側が深部側より細い形状）となっており、しかも、その周辺の残渣が完全に消滅していた。

なお、ここで適用した黒色レジスト膜の現像溶解速度は、生産性を考慮して毎秒 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ とした。また、このときの現像工程のプロセスマージンは、10秒であることが確認された。

続いて、基板全面に、垂直配向膜材料SE-7511L（日産化学工業（株）製）を塗布した後に、焼成し、配向膜13Aを形成する。これにより、アレイ基板100が製造される。

一方、対向基板200の製造工程では、まず、絶縁性基板21上に対向電極22を形成する。その後、基板全体に垂直配向膜材料SE-7511L（日産化学工業（株）製）を塗布した後に、焼成し、配向膜13Bを形成する。これにより、対向基板200が製造される。

この液晶表示パネル10の製造工程では、アレイ基板100の外縁に沿ってシール材106を印刷塗布する。このとき、シール材106は、液晶注入口32を確保するよう塗布される。その後、アレイ基板100から対向電極204に電圧を印加するための電極転移材をシール材106の周辺の電極転移電極上に形成する。続いて、アレイ基板100の配向膜13Aと対向基板200の配向膜13Bとが互いに対向するようにアレイ基板100と対向基板200とを配置する。その後、両基板を加圧しながら加熱してシール材106を硬化させる。これにより、両基板を貼り合わせる。続いて、例えば液晶組成物MLC-2039（MERCK社製）を液晶注入口32から注入する。その後、液晶注入口32を封止部材33によって封止する。これにより、液晶層300を形成する。

以上のような製造方法によって液晶表示パネルが製造される。液晶表示装置における表示モードとしては、本実施形態の他に、例えばTN（ツイステッド ネマティック）モード、ST（スーパー ツイステッド ネマティック）モード、GH（ゲストーホスト）モ

ード、ECB（電界制御複屈折）モード、強誘電性液晶などが適用可能である。

このようにして製造したカラー液晶表示装置によれば、液晶層300を透過する光の主波長に応じて最大の透過率が得られるような所望のギャップを有するマルチギャップ構造を構成することができ、しかも、視野角特性に優れ、良好な表示品位を得ることができる。

しかも、マルチギャップ構造を支持するために、比較的ギャップの小さい画素に柱状スペーサを配置することにより、形成すべき柱状スペーサの高さを低く抑えることができる。これにより、柱状スペーサは、遮光層と同一の遮光性を有する感光性樹脂材料で形成される場合であっても、比較的薄い膜厚の感光性樹脂材料で形成される。このため、感光性樹脂材料の深部まで架橋反応が進行して不溶化するため、逆テーパ形状になりにくい。つまり、この感光性樹脂材料の現像工程におけるプロセスマージンを十分に確保することができる。

したがって、柱状スペーサ及び遮光層が同一工程にて同一材料で形成可能であるため、製造コストを低減することができるとともに、製造歩留まりを向上することができる。また、柱状スペーサの逆テーパ形状による支持強度の不足及び柱状スペーサの欠落を抑制することができ、ギャップ不良に起因した表示不良の発生を防止することができる。さらに、一方の基板側にカラーフィルタ層と柱状スペーサとを一体に形成したことにより、球状体または円柱状体のスペーサを用いたときに起こり得る課題を解消することができ、表示品位を改善することができる。

なお、この発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、種々変更が可能である。以下に、この発明の他の実施の形態について説明する。なお、上述した実施の形態と同一の構成については、同一の参照符号を付して詳細な説明を省略する。

すなわち、図7に示すように、他の実施の形態に係る液晶表示パネル10のアレイ基板100は、表示領域102において、透明な絶縁性基板11上に、マトリクス状に配置された複数の画素にそれぞれ対応して形成された画素TF T 1 2 1、画素TF T 1 2 1を覆うように配置された絶縁層25、絶縁層25上に配置されスルーホール26を介して画素TF T 1 2 1に接続された画素電極151、複数の画素電極151全体を覆うように配置された配向膜13Aなどを備えている。

対向基板200は、透明な絶縁性基板21上の表示領域102内において画素毎に形成されたカラーフィルタ層24（R、G、B）を備えている。また、対向基板200は、カ

ラーフィルタ層 24 (R、G、B) 上に形成されすべての画素に共通の対向電極 204、この対向電極 204 を覆うように配置された配向膜 13B などを有している。さらに、対向基板 200 は、周辺領域 104 において、表示領域 102 の周縁に沿って配置された遮光層 SP を備えている。さらにまた、対向基板 200 は、比較的小さいギャップの画素に配置されマルチギャップ構造に対応可能な柱状スペーサ 31 を備えている。この柱状スペーサ 31 は、最大ギャップの画素には配置されていない。

上述したマルチギャップ構造について、さらに具体的に説明する。例えば、図 7 に示した構造において、赤色画素 PXR 及び青色画素 PXB に着目する。すなわち、赤色画素 (第 1 画素) PXR は、液晶層 300 を挟持するための第 1 ギャップを有している。青色画素 (第 2 画素) PXB は、第 1 ギャップより小さい第 2 ギャップを有している。柱状スペーサ 31 は、赤色画素 PXR には配置されず、青色画素 PXB に配置され、第 2 ギャップを形成する。

対向基板 (第 1 基板) 200 は、赤色画素 (第 1 画素) PXR に対応して赤色カラーフィルタ層 (第 1 カラーフィルタ層) 24R を有するとともに、青色画素 (第 2 画素) PXB に対応して青色カラーフィルタ層 (第 2 カラーフィルタ層) 24B を有している。赤色カラーフィルタ層 24R は、第 1 膜厚を有している。青色カラーフィルタ層 24B は、第 1 膜厚より厚い第 2 膜厚を有している。柱状スペーサ 31 は、比較的小さいギャップを有する画素として青色画素 PXB のカラーフィルタ層 24B 上に配置され、アレイ基板 100 に接触してアレイ基板 100 と対向基板 200 との間に液晶層 300 を挟持するためのギャップを形成する。この実施の形態では、柱状スペーサ 31 は、カラーフィルタ層 24 (R、G、B) とともに対向基板 200 に一体的に形成されている。これによって、所望のマルチギャップが形成される。

この柱状スペーサ 31 は、遮光層 SP と同一工程にて同一材料によって形成可能であるため、製造工程数を削減することができる。したがって、このような構成の液晶表示装置においても、上述した実施の形態と同様の効果が得られる。

また、図 8 に示すように、他の実施の形態に係る液晶表示パネル 10 のアレイ基板 100 は、表示領域 102 において、透明な絶縁性基板 11 上に、マトリクス状に配置された複数の画素にそれぞれ対応して形成された画素 TFT 121、画素毎に形成されたカラーフィルタ層 24 (R、G、B)、カラーフィルタ層 24 (R、G、B) 上に配置されスルーホール 26 を介して画素 TFT 121 に接続された画素電極 151、複数の画素電極 1

5 1 全体を覆うように配置された配向膜 1 3 A などを備えている。

対向基板 2 0 0 は、透明な絶縁性基板 2 1 上の表示領域 1 0 2 内において、すべての画素に共通の対向電極 2 0 4、この対向電極 2 0 4 を覆うように配置された配向膜 1 3 B などを備えている。また、対向基板 2 0 0 は、アレイ基板 1 0 0 側のカラーフィルタ層 2 4 B 上に配置されるようマルチギャップ構造に対応可能な柱状スペーサ 3 1 を備えている。上述したマルチギャップ構造について、さらに具体的に説明する。例えば、図 8 に示した構造において、赤色画素 P X R 及び青色画素 P X B に着目する。

すなわち、赤色画素（第 1 画素）P X R は、液晶層 3 0 0 を挟持するための第 1 ギャップを有している。青色画素（第 2 画素）P X B は、第 1 ギャップより小さい第 2 ギャップを有している。柱状スペーサ 3 1 は、赤色画素 P X R には配置されず、青色画素 P X B に配置され、第 2 ギャップを形成する。

アレイ基板（第 1 基板）1 0 0 は、赤色画素（第 1 画素）P X R に対応して赤色カラーフィルタ層（第 1 カラーフィルタ層）2 4 R を有するとともに、青色画素（第 2 画素）P X B に対応して青色カラーフィルタ層（第 2 カラーフィルタ層）2 4 B を有している。対向基板（第 2 基板）2 0 0 は、青色画素 P X B に対応して柱状スペーサ 3 1 を備えている。

赤色カラーフィルタ層 2 4 R は、第 1 膜厚を有している。青色カラーフィルタ層 2 4 B は、第 1 膜厚より厚い第 2 膜厚を有している。柱状スペーサ 3 1 は、比較的小さいギャップを有する画素として青色画素 P X B のカラーフィルタ層 2 4 B に接触してアレイ基板 1 0 0 と対向基板 2 0 0 との間に液晶層 3 0 0 を挟持するためのギャップを形成する。これによって、所望のマルチギャップが形成される。

この柱状スペーサ 3 1 は、遮光層 S P と同一工程にて同一材料によって形成可能であるため、製造工程数を削減することができる。したがって、このような構成の液晶表示装置においても、上述した実施の形態と同様の効果が得られる。

なお、図 8 に示した実施の形態では、アレイ基板 1 0 0 にカラーフィルタ層 2 4（R、G、B）を形成し、対向基板 2 0 0 に柱状スペーサ 3 1 及び遮光層 S P を形成したが、対向基板 2 0 0 にカラーフィルタ層 2 4（R、G、B）を形成し、アレイ基板 1 0 0 に柱状スペーサ 3 1 及び遮光層 S P を形成しても良い。

また、上述した各実施の形態では、第 1 ギャップを有する赤色画素（第 1 画素）と、第 1 ギャップより小さい第 2 ギャップを有する青色画素（第 2 画素）と、に着目し、柱状ス

ペーサ 3 1 は、より小さいギャップを有する画素（すなわち青色画素）に配置した例について説明したが、この例に限定されるものではない。

例えば、表示領域 1 0 2 は、第 1 ギャップを有する緑色画素（第 1 画素）と、第 1 ギャップより小さい第 2 ギャップを有する青色画素（第 2 画素）と、第 1 ギャップより大きい第 3 ギャップを有する赤色画素（第 3 画素）と、を含むものとする。すなわち、

赤色画素のギャップ > 緑色画素のギャップ > 青色画素のギャップ

の関係が成り立っている場合、柱状スペーサ 3 1 は、最小のギャップを有する画素（青色画素 P X B）に配置しても良い。

また、柱状スペーサ 3 1 は、相対的に小さいギャップを有する画素に配置可能である。

例えば、図 9 に示すように、表示領域 1 0 2 は、第 1 ギャップを有する赤色画素（第 1 画素）と、第 1 ギャップより小さい第 2 ギャップを有する緑色画素（第 2 画素）と、第 2 ギャップより小さい第 3 ギャップを有する青色画素（第 3 画素）と、を含むものとする。この場合、柱状スペーサ 3 1 は、赤色画素 P X R 及び青色画素 P X B には配置されず、緑色画素 P X G に配置しても良い。

さらに、上述した各実施の形態では、透過型液晶パネルを例に説明したが、反射型液晶パネルに適用した場合であっても上述した実施の形態と同様の効果が得られる。

（比較例）

図 3 を用いて説明した実施の形態に係る液晶表示装置において、黒色の柱状スペーサを赤色画素のカラーフィルタ層 2 4 R 上のみに配置し、 $6.0\ \mu\text{m}$ の高さに形成する以外は全く同様に液晶表示装置を作製した。このような柱状スペーサを形成するに現像工程のプロセスマージンは、上述した実施の形態と比べて柱状スペーサの高さが $1.0\ \mu\text{m}$ 高いことによって 2 秒しか得られなかった。このときに形成された柱状スペーサを走査型電子顕微鏡にて確認したところ、図 6 B に示すような逆テーパに起因した欠落や、図 6 C に示すような逆テーパ形状が確認された。このようにして作製された液晶表示装置を評価したところ、局所的にギャップ不良を発生し、これに起因して表示不良を発生した。

以上説明したように、この発明の液晶表示装置によれば、各画素において、色毎に所定の膜厚のカラーフィルタ層を形成し、カラーフィルタ層の膜厚の差を利用して、液晶層を透過する光の透過率が最大となるような所望のギャップを有するマルチギャップ構造を実現することができる。これにより、色別の視野角特性を向上することができ、表示品位を向上することができる。



また、ギャップの異なる複数種類の画素のうち、最大ギャップを有する画素に柱状スペーサを配置せず、比較的小さいギャップを有する画素に柱状スペーサを配置することにより、遮光層とともに柱状スペーサを同一材料で形成した場合であっても、良好な順テーパー形状の柱状スペーサを形成することができ、十分な支持強度を確保することができる。また、遮光層及び柱状スペーサを同一工程において同一材料で形成することができ、製造コストを低減することができるとともに製造歩留まりを向上することができる。

したがって、安価で製造歩留まりが高く、しかも表示品位の優れた液晶表示装置を提供することができる。

Additional advantages and modifications will readily occur to those skilled in the art. Therefore, the invention in its broader aspects is not limited to the specific details and representative embodiments shown and described herein. Accordingly, various modifications may be made without departing from the spirit or scope of the general inventive concept as defined by the appended claims and their equivalents.